

Hydraulics

3rd Year civil

First Term (2009 - 2010)

Chapter ( )

2009 - 2010

Non uniform flow

بسم الله الرحمن الرحيم

Rapidlly varied flow

specific Energy

$$E_1 = Z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Z_1 : Position head

y_1 : pressure head

$\frac{V_1^2}{2g}$: velocity head

$V_1^2/2g$
$V_2^2/2g$
y_2
y_2
Z_1
Z_2
Datum

ملحوظة : اذا تم اعتبار قاع القناة هو مستوى القياس نجد

$$E = y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

specific energy :

it is the total energy in section Considering Canal bed level is the datum

هي الطاقة الكلية داخل المجرى المائي على اعتبار أن قاع القناة هو مستوى القياس .

Rectangular section:

$\because Q = A \times V$

$\because Q = q \times B$

$\therefore q \cdot B = A \cdot V$

$q \cdot B = B \cdot y \cdot V$

$\therefore q = V \cdot y \Rightarrow V = \frac{q}{y}$

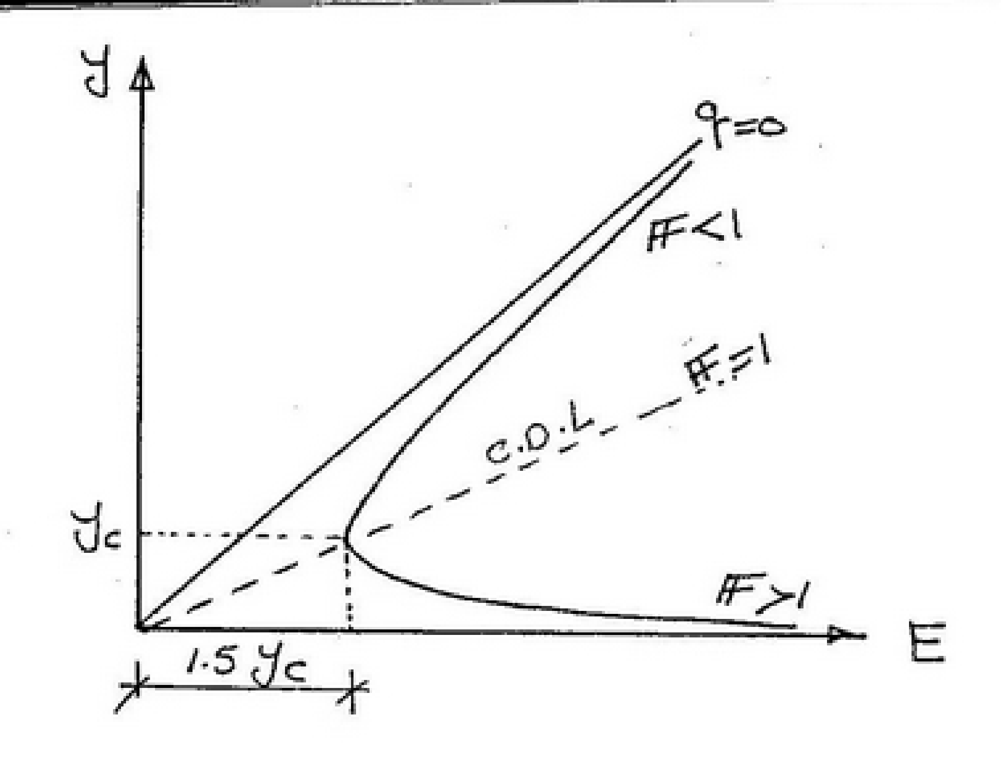
$\because E = y + \frac{V^2}{2g} = y + \frac{q^2}{2gy^2}$

$$E = y + \frac{q^2}{2gy^2}$$

for q is Constant draw the relation between E and y

at $q = 0 \Rightarrow E = y$

for Emin $\frac{dE}{dy} = 0$



$$0 = 1 - \frac{2q^2}{2gy^3}$$

$$g \cdot y^3 = q^2$$

subis in 1

$$E = y + \frac{g \cdot y^3}{2gy^2}$$

$$E = y + \frac{1}{2}y$$

$$E_{min} = 1.5\, y_c$$

Critical depth Line: (C.D.L)

هو الخط الهندسى الذى تقع عليه جميع النقط التى عمقها هو العمق الحرج (y_c) وعليه جميع النقط لها نفس $F_n = 1.0$

Critical depth:

هو عمق الماء فى المجرى المائى والذى تصل عنده قيمة الطاقة النوعية إلى اقل قيمة ممكنة عند ثبات التصرف وعنده

تنبيه

$$F_n = 1$$

$$E = E_{min} = 1.5\, y_c$$

$$y_c = \sqrt[3]{q^2/g}$$

Prove

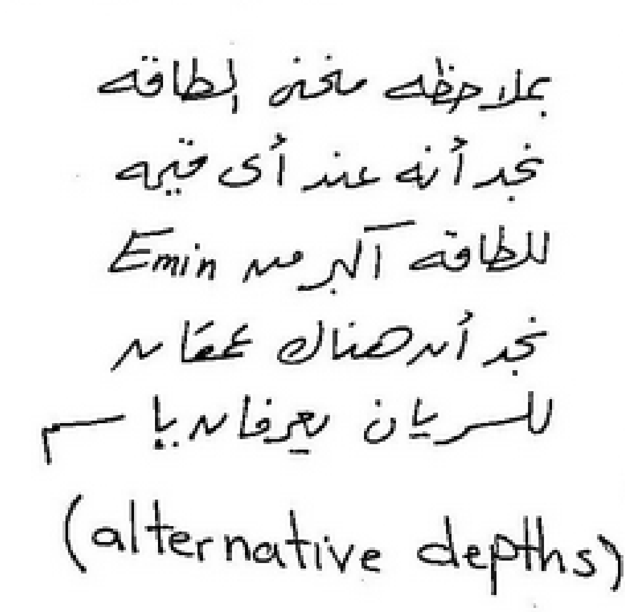
$$q^2 = g \cdot y_c^3 \quad (1) \Rightarrow y_c = \sqrt[3]{q^2/g}$$

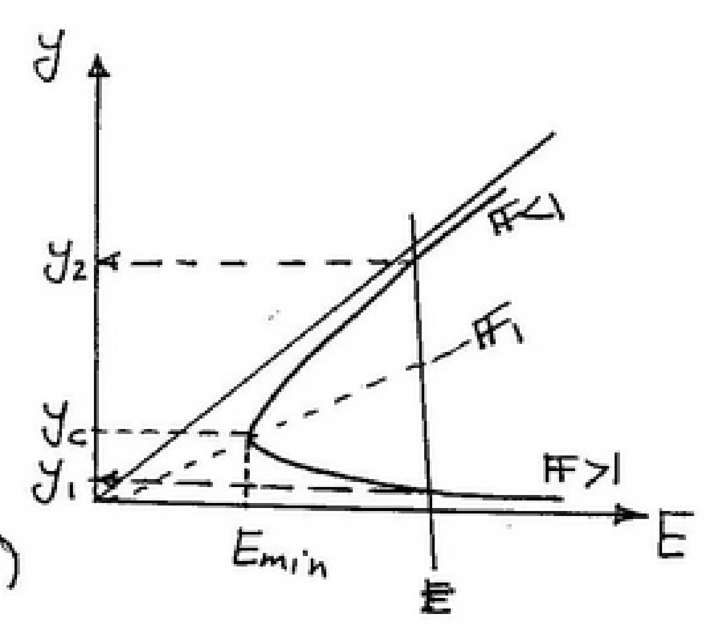
$$q = v \cdot y \quad (2)$$

from (2) in (1)

$$v^2 \cdot y^2 = g \cdot y_c^3$$

$$\frac{v^2}{g \cdot y_c} = 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{v}{\sqrt{g \cdot y}} = 1 = F_n$$

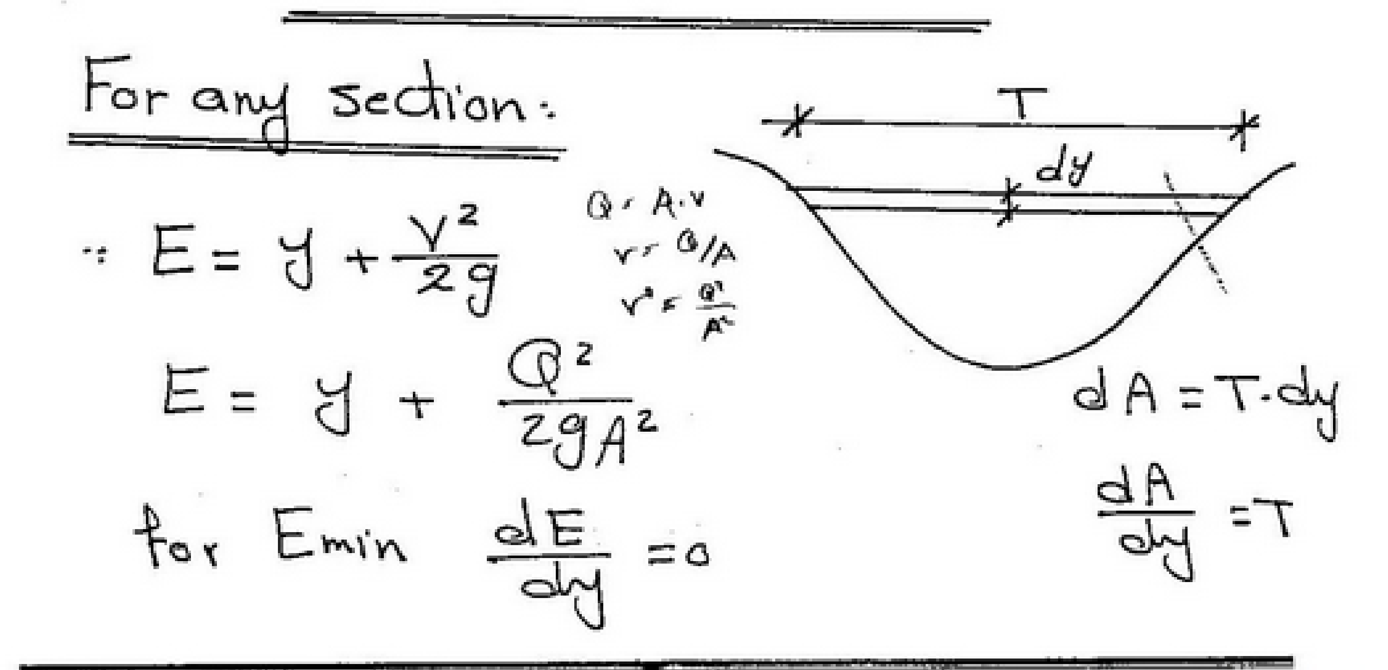

بملاحظة منحنى الطاقة نجد أنه عند أى قيمة للطاقة أكبر من E_{min} نجد أن هناك عمقان للسريان يعرفان باسم (alternative depths)



alternative depth:

هما العمقان اللذان لهما نفس الطاقة النوعية داخل القطاع عند ثبات التصرف ولكن أحدهما subcritical والآخر super critical

---



For any section:

$$\because E = y + \frac{V^2}{2g}$$

$Q = A \cdot V$, $V = Q/A$, $V^2 = \frac{Q^2}{A^2}$

$$E = y + \frac{Q^2}{2gA^2}$$

for E_{min} $\frac{dE}{dy} = 0$

$dA = T \cdot dy$

$\frac{dA}{dy} = T$

$$0 = 1 - \frac{Q^2}{gA^3} \cdot \frac{dA}{dy}$$

$$\therefore \frac{Q^2}{gA^3} \cdot T = 1$$

$$\therefore \boxed{\frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{T}} \quad \text{at } y = y_c$$

$$\therefore E_{min} = y + \frac{A^3 \cdot g}{2T \cdot g \cdot A^2}$$

$$E_{min} = y + \frac{A}{2T}$$

$$\because \frac{A}{T} = y_h$$

$$\therefore \boxed{E_{min} = y + \frac{y_h}{2}}$$

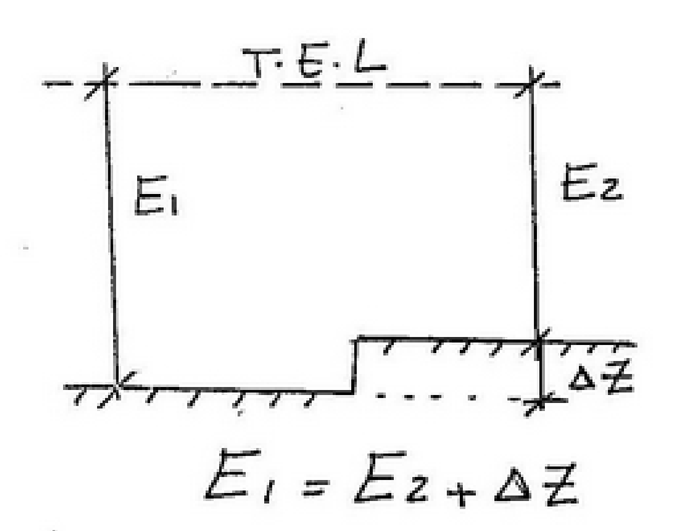
Applications of sp. E. diagram

1. Hump in the bed:

T.E.L

E_1 y E_2

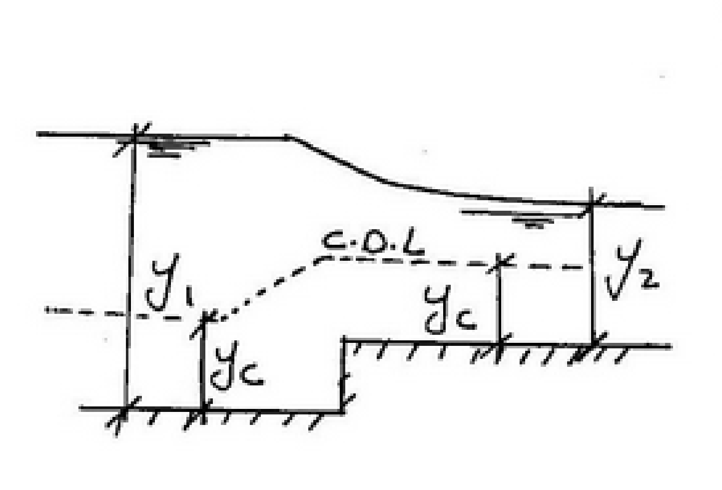
$E_1 = E_2$

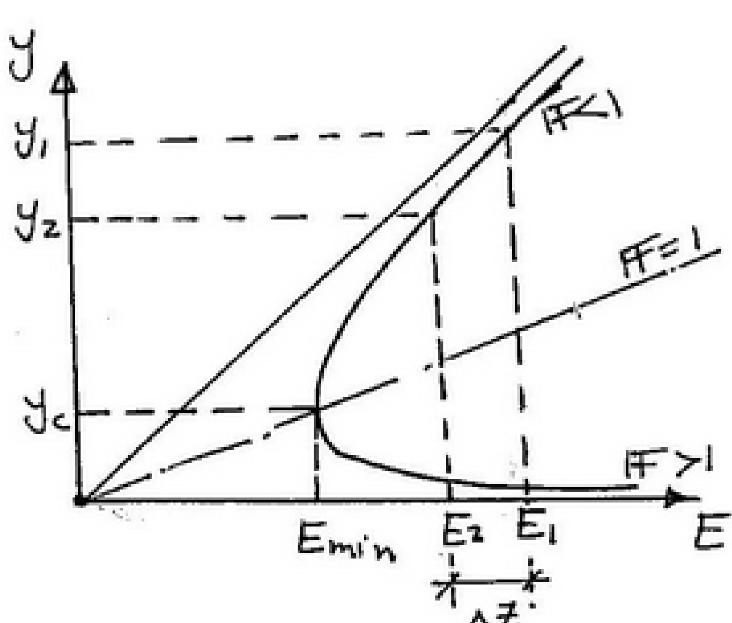


$E_1 = E_2 + \Delta Z$

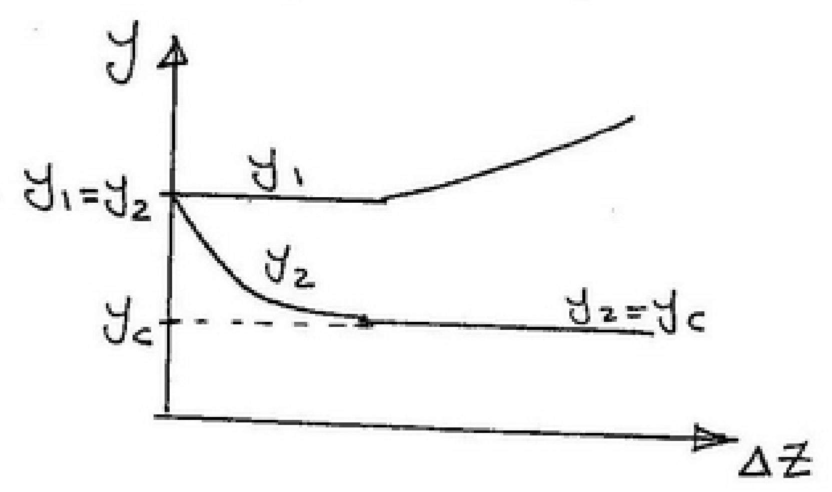
ماهو تأثير وجود عتبه فى المجرى المائى على عمق الماء

Case (1) $F_n < 1$





عندما يكون السريان قبل العتبة أقل من السريان الحرج فإننا نجد أن عمق الماء فوق العتبة ينخفض بزيادة ارتفاع العتبة (ΔZ) حتى نصل إلى العمق الحرج للماء فوق العتبة (y_c) وبعدها يبدأ عمق الماء (y_1) قبل العتبة في الارتفاع.



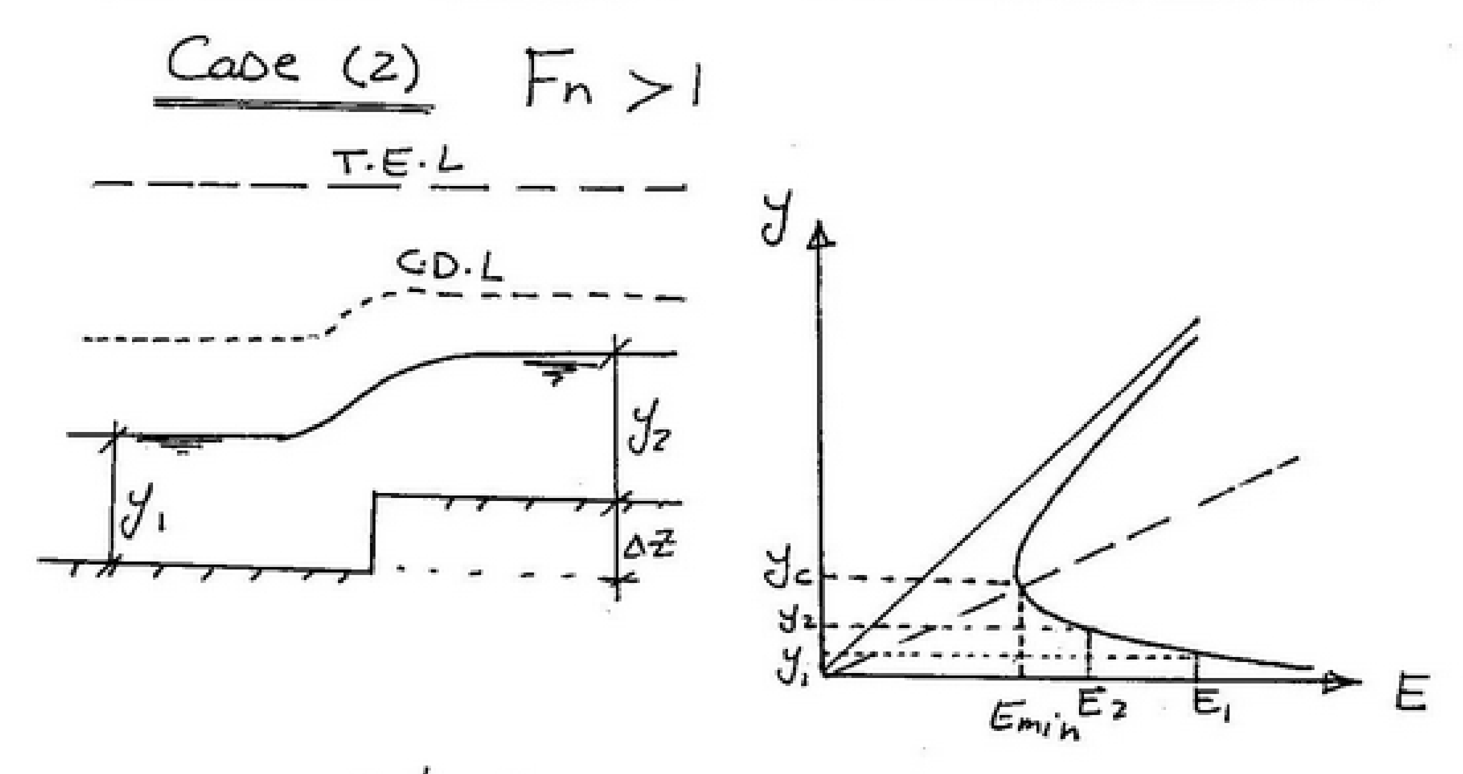
الاستفادة من وجود عتبة

يمكن الاستفادة من هذا التطبيق باستخدامه وسيله لقياس التصرف بالمجرى المائي.

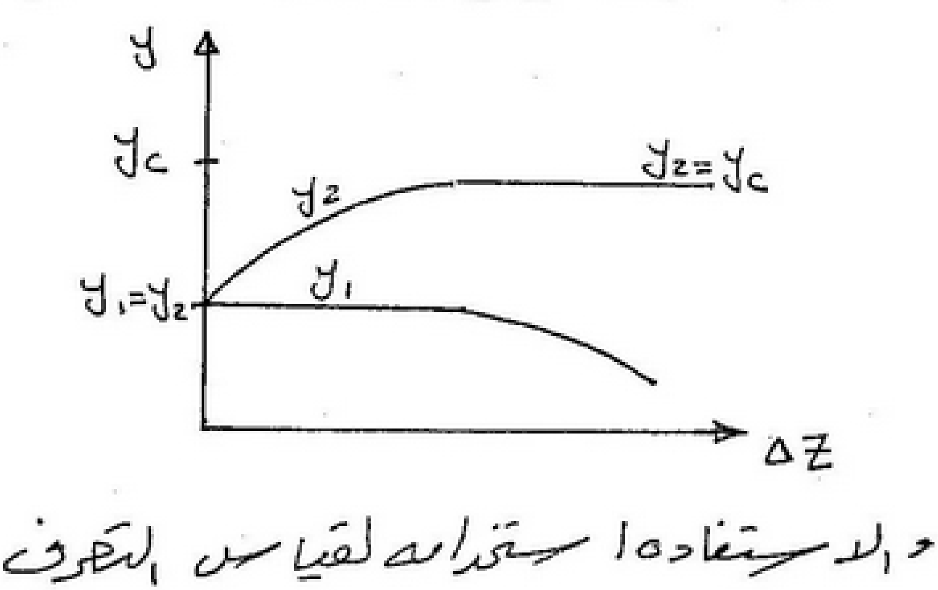
$$y_c = \sqrt[3]{q^2/g} \Rightarrow q$$

$$Q = q \times B$$

Case (2) $F_n > 1$

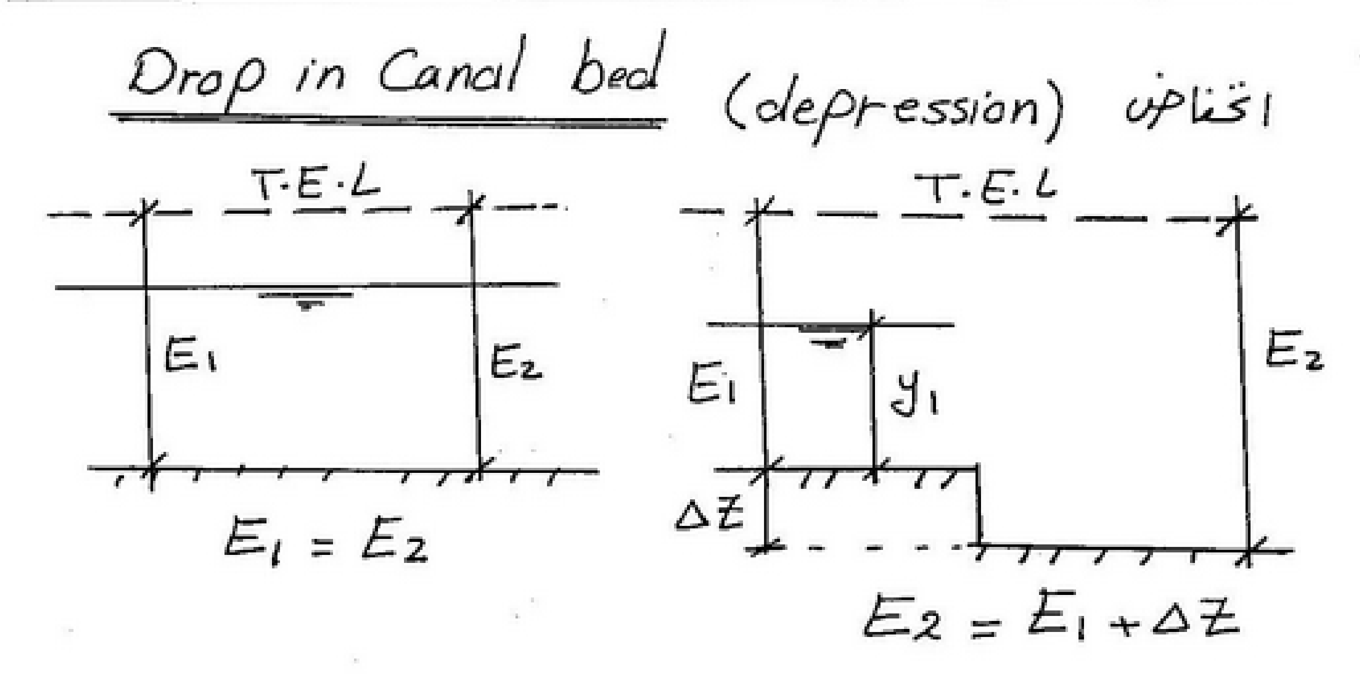


عندما يكون السريان قبل العتبة فى حالة super-critical
فنجد أن وجود عتبة فى مسار السريان يؤدى الى زيادة
عمق الماء فوق العتبة وبزيادة ارتفاع العتبة (ΔZ) نجد
أن عمق الماء (y_2) يزيد حتى يصل الى العمق الحرج (y_c)



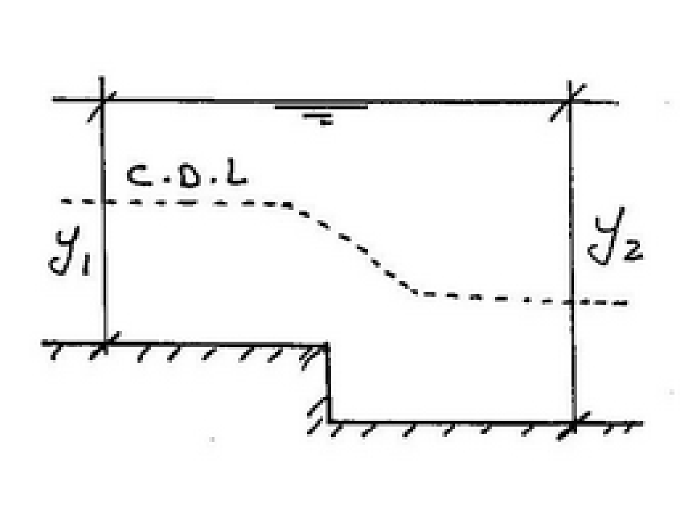
والاستفادة استخدامه لقياس التصرف

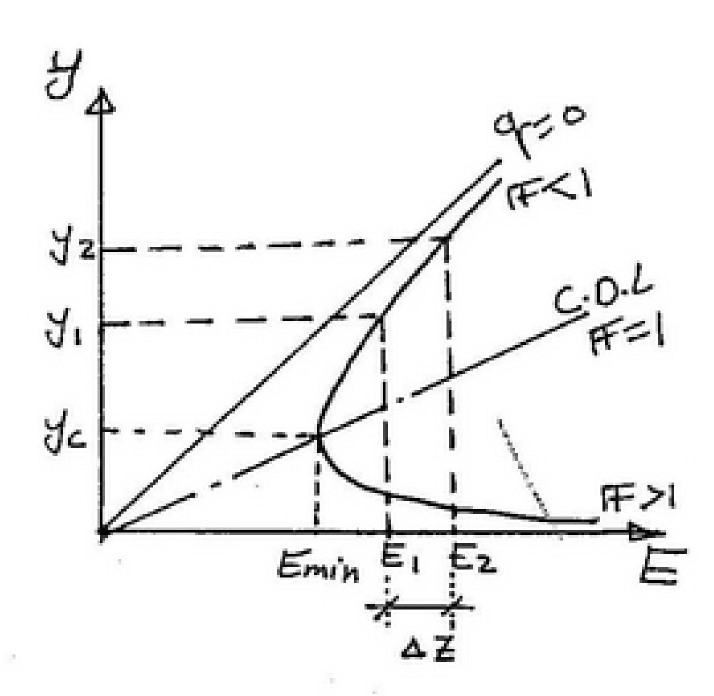
Drop in Canal bed (depression) انخفاض



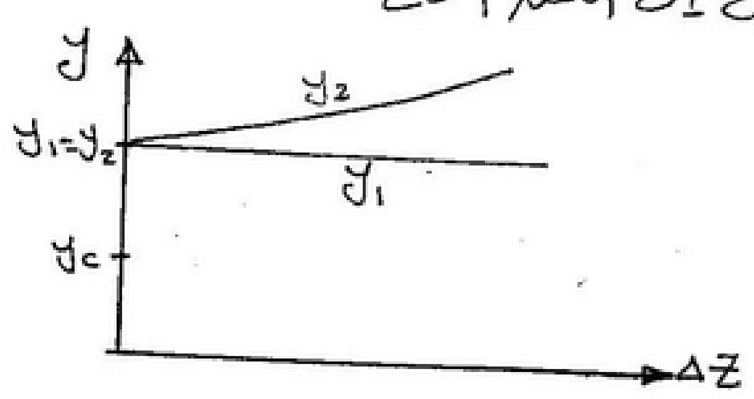
ماهو تأثير انخفاض فى قاع المجرى المائى على عمق المياه

Case (1) $F_n < 1$

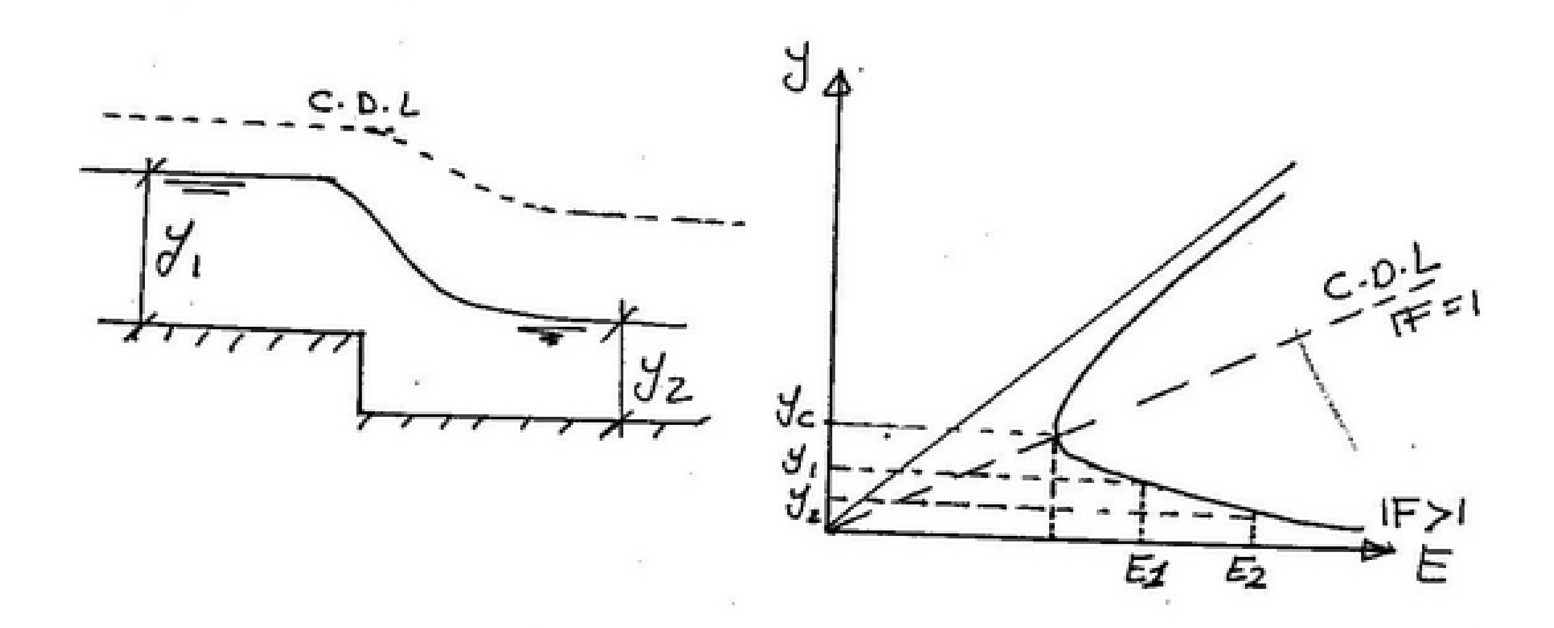




فى حاله وجود انخفاض مفاجئ فى قاع المجرى المائى ومع حالة السريان sub critical فنجد أن عمق الماء بعد الانخفاض (y_2) يزيد بزيادة الانخفاض (ΔZ) ويستمر هذا الوضع ولا نصل الى العمق الحرج



Case (2) Fn > 1 :



فى حالة الانخفاض فى قاع القناه ومع حالة سريان لها فيه

$Fn > 1$ نجد أن عمق الماء بعد الانخفاض (y_2) يقل

عن عمق الماء قبل الانخفاض (y_1) وانه كلما زاد

عمق الانخفاض (ΔZ) يقل (y_2)

